

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-195791
(P2001-195791A)

(43) 公開日 平成13年7月19日 (2001.7.19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 1 1 B 7/26	5 0 1	G 1 1 B 7/26	2 H 0 9 6
G 0 3 F 7/30		G 0 3 F 7/30	5 D 1 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-6187(P2000-6187)

(22) 出願日 平成12年1月11日 (2000.1.11)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 武田 実

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 古木 基裕

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 10006/736

弁理士 小池 晃 (外2名)

Fターム(参考) 2H096 AA27 GA02 GA29 GA60

5D121 AA13 BA03 BB01 BB29 BB32

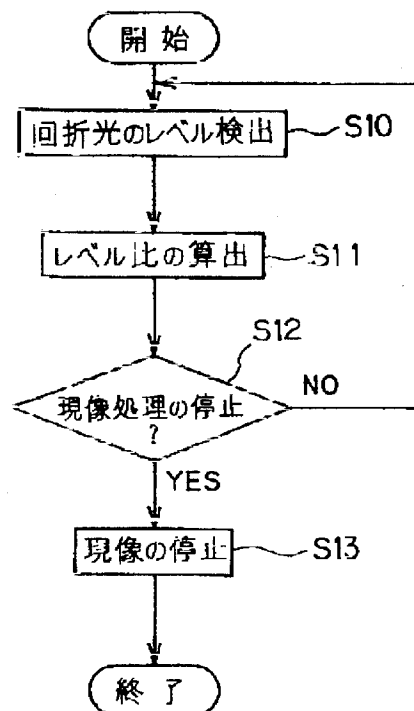
BB38 HH15

(54) 【発明の名称】 光ディスク原盤の製造方法及び光ディスク原盤の現像装置

(57) 【要約】

【課題】 光ディスク原盤のビット及び、又はグルーブの現像を高精度に制御することにより、高品質の光ディスク原盤を提供する。

【解決手段】 露光されたフォトリソ層を現像し凹凸パターンを形成する光ディスク原盤の製造方法において、上記現像の際にフォトリソ層に対して固体レーザーの第2高調波を参照光として照射し、上記凹凸パターンにおける回折光のレベルに基づいて現像工程を終了させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光されたフォトレジスト層を現像し凹凸パターンを形成する光ディスク原盤の製造方法において、

上記現像の際にフォトレジスト層に対して固体レーザーの第2高調波を参照光として照射し、上記凹凸パターンにおける回折光のレベルに基づいて現像工程を終了させることを特徴とする光ディスク原盤の製造方法。

【請求項2】 上記回折光として、照射された参照光がそのまま透過された第0次回折光及び上記参照光の第1次回折光を用いることを特徴とする請求項1記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項3】 上記固体レーザーは、YAGレーザーの第2高調波であることを特徴とする請求項1記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項4】 上記固体レーザーは、YVO₄レーザーの第2高調波であることを特徴とする請求項1記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項5】 上記固体レーザーの第2高調波は、波長が532nmであることを特徴とする請求項1記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項6】 光ディスクの信号記録領域から外れた位置の上記フォトレジスト層にダミーパターンを形成し、このダミーパターン形成位置に上記参照光を照射し、ダミーパターンにおける回折光のレベルに基づいて現像工程を制御することを特徴とする請求項1記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項7】 上記ダミーパターンは、トラックピッチが0.7～1.2μmであることを特徴とする請求項6記載の光ディスク原盤の製造方法。

【請求項8】 フォトレジストを塗布、露光された光ディスク原盤を現像する光ディスク原盤の現像装置であって、

現像制御用参照光を出射する参照光出射部と、光ディスク原盤のフォトレジスト膜形成面での上記参照光の回折光を検出するフォトディテクタ部と、上記フォトディテクタ部で検出した回折光の検出信号を元に検出信号のレベル比を算出するレベル比算出部と、上記レベル比算出部からの出力信号に応じて現像処理を終了させる現像停止制御部とを備え、

上記参照光は、固体レーザーの第2高調波であることを特徴とする光ディスク原盤の現像装置。

【請求項9】 上記フォトディテクタ部は、上記光ディスク原盤のフォトレジスト膜形成面に対して傾斜可能であることを特徴とする請求項8記載の光ディスク原盤の現像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フォトレジストを塗布、露光された光ディスク原盤を現像する光ディスク

原盤の製造方法に関する。また、本発明は、フォトレジストを塗布、露光された光ディスク原盤を現像する光ディスク原盤の現像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ディスクは、情報信号を示すビットやグルーブ等の微細な凹凸パターンが形成された透明基板である光ディスク基板上にアルミウニウム膜等の金属薄膜よりなる反射膜が形成され、さらに、この反射膜を空気中の水分や酸素から保護するための保護膜が上記反射膜上に形成された構成とされる。

【0003】 このような光ディスクにおいては、精度の高いスタンパーを用いて、忠実にしかも即座に複製が可能な製造プロセスを必要とされている。

【0004】 そこで、例えば、ガラス基板に感光性樹脂であるフォトレジストを塗布し、このフォトレジストにレーザー光による露光を行って情報信号に対応した潜像を形成し、これを現像しフォトレジストに凹凸パターンを形成してレジスト原盤を作製している。そして、このレジスト原盤から電鍍等の手法によって金属表面上に上記凹凸パターンの転写を行い、これをスタンパーとしてしている。

【0005】 具体的には、先ず、例えば厚さ数mm程度のガラス基板面上に紫外線感光性フォトレジストをスピンコートにより均一に塗布し、膜厚0.1～0.2μmのレジスト膜を形成する。次に、このガラス円盤を回転させながら、上記レジスト膜に対し、青色又は近紫外域で発振する波長が350～460nm程度のAr（イオン）レーザーやKr（イオン）レーザー等のレーザー光を情報信号に応じてオン・オフさせてスポット的に露光を行って潜像を形成し、これを現像することにより、フォトレジスト上に凹凸パターンを完成し、レジスト原盤を作製する。そして、このレジスト原盤からNiメッキにより金属表面上に上記凹凸パターンの転写を行って、これをスタンパーとしている。

【0006】 光ディスク基板は、上記スタンパーのレプリカとして、ポリカーボネート等の熱可塑性樹脂を用いた射出成形法により大量に複製される。

【0007】 この光ディスクに記録される情報容量は、如何に高い密度でビット或いはグルーブを記録できるかによって決定される。すなわち、光ディスクに記録される情報容量は、フォトレジスト膜にレーザー光による露光を行って潜像を形成する、いわゆる露光により如何に微細な凹凸パターンを形成できるかによって決定される。

【0008】 例えば、読み取り専用デジタルビデオディスク（DVD-ROM）においては、スタンパー上に最短ビット長0.4μm、トラックピッチ0.74μmのビット列がスパイラル状に形成されており、このスタンパーを金型として作製された直径12cmの光ディスクの片面に4.7GBの情報容量を持たせている。

【0009】 このデジタルビデオディスクの露光には、

例えば波長413nmのKr（イオン）レーザが用いられる。この場合の形成可能な最短ピット長Pは、一般に以下に示す式（1）より求められる。

$$\text{【0010】 } P = K (NA / \lambda) \quad \dots (1)$$

なお、式中、 λ はレーザ光の波長を、NAは対物レンズの開口数を、Kはプロセスファクター値（フォトレジストの特性に依存し、通常0.8～0.9の値をとる。）を示す。

【0011】したがって、デジタルビデオディスクの場合には、式（1）中に、 $\lambda = 413 \text{ nm}$ 、 $NA = 0.9$ 、 $K = 0.9$ を代入すると、最短ピット長Pが0.37 μm となり、デジタルビデオディスクの最短ピット長0.4 μm が解像されることとなる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年の情報通信及び画像処理技術の急速な発展に伴い、上述したような光ディスクにおいても、さらに現在の数倍の容量を有するものが要求されている。例えば、デジタルビデオディスクの延長線上において、これまでと同じ信号処理方式により、直径12cmの光ディスクの片面に15GBの情報容量を持たせることが要求されている。この要求に応えるためには、最短ピット長を0.22 μm 、トラックピッチを0.41 μm まで微細化する必要がある。

【0013】このような高い密度でピットを形成するためには、式（1）からわかるように、レーザ波長の短波長化と対物レンズの開口数NAの増大化が求められる。しかしながら、対物レンズの開口数NAは、レンズの設計製作精度の面から現状の0.9がほぼ限界である。そのため、今後は、レーザの短波長化が必要不可欠となる。例えば、波長250nmの遠紫外線レーザを用いた場合には、式（1）により $K = 0.8$ を代入すると、最短ピット長Pは0.23 μm となる。

【0014】また、このような高密度のピット、若しくはグルーブを形成するには、現像プロセスの制御が重要となる。現像プロセスにおいて重要な制御ファクターとしては、現像液の濃度、温度を一定に保持する他に、現像時間の精密な制御がある。現像時間が適正值より短すぎる場合には、現像が不十分でレジストの露光部分がガラス基板が露出する深さまで除去されなかったり、信号再生したときにRF波形のアシンメトリが小さくなり、信号ジッターが増大する。また、現像時間が長すぎる場合には、ピットの幅が広がりすぎて隣接トラックからのクロストークが増大することにより信号ジッターも増大する。したがって、現像の進行具合をモニタして、常に適正な現像時間でレジストの現像を止める必要がある。

【0015】そこで、従来は、現像時間を制御する方法として、例えばトラックピッチ1.6 μm のパターンを露光し、当該パターンに参照光として波長633nmのHe-Neを照射して、その参照光がそのまま透過され

た第0次回折光及び第1次回折光の光量をディテクタにより受光し、第0次回折光及び第1次回折光の光量比率が一定値となった時点で現像を止めるという方法を採用していた。

【0016】しかしながら、今後のさらなる高密度化に対応するには、従来の方法では不十分であり、さらなる高精度の現像制御方法の確立が急務となっている。

【0017】したがって、本発明は、上述した従来の実情に鑑みて創案されたものであり、光ディスク原盤のピット及び／又はグルーブの現像を高精度に制御することにより、高品質の光ディスク原盤を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明に係る光ディスク原盤の製造方法は、露光されたフォトレジスト層を現像し凹凸パターンを形成する光ディスク原盤の製造方法において、現像の際にフォトレジスト層に対して固体レーザの第2高調波を参照光として照射し、凹凸パターンにおける回折光のレベルに基づいて現像工程を終了させることを特徴とするものである。

【0019】本発明に係る光ディスク原盤の製造方法は、現像の際にフォトレジスト層に対して固体レーザの第2高調波を参照光として照射し、凹凸パターンにおける回折光のレベルに基づいて現像工程を終了させる。本発明では、参照光として固体レーザの第2高調波を用いるため、回折光の出力が大きくなるため回折光の検出精度が高精度化され、その結果、現像停止制御の精度が高精度化される。

【0020】本発明に係る光ディスク原盤の現像装置は、フォトレジストを塗布、露光された光ディスク原盤を現像する光ディスク原盤の現像装置であって、現像制御用参照光を出射する参照光出射部と光ディスク原盤のフォトレジスト膜形成面での上記参照光の回折光を検出するフォトディテクタ部と上記フォトディテクタ部で検出した回折光の検出信号を元に検出信号のレベル比を算出するレベル比算出部と、上記レベル比算出部からの出力信号に応じて現像処理を終了させる現像停止制御部とを備え、上記参照光は、固体レーザの第2高調波であることを特徴とするものである。

【0021】本発明に係る光ディスク原盤の現像装置は、現像制御用参照光を出射する参照光出射部と光ディスク原盤のフォトレジスト膜形成面での上記参照光の回折光を検出するフォトディテクタ部と上記フォトディテクタ部で検出した回折光の検出信号を元に検出信号のレベル比を算出するレベル比算出部と、上記レベル比算出部からの出力信号に応じて現像処理を終了させる現像停止制御部とを備え、参照光として固体レーザの第2高調波を用いる。したがって、回折光の出力が大きくなるため回折光の検出精度が高精度化され、その結果、現像停止制御の精度が高精度化される。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明を適用した光ディスク原盤の製造方法の実施例について、図面を参照して詳説する。

【0023】まず、光ディスク原盤の製造工程を説明する。

【0024】光ディスクのもととなる光ディスク原盤を作製するには、まず、両主面が精密研磨された所定の大きさ、厚みを有するガラス円盤を準備する。そして、このガラス円盤の一方の主面に、紫外線に感光する感光性ポジ型フォトリソレジストをスピコート法により膜厚100nm程度に均一に塗布する。そして、レジスト中に残存する溶剤を数十℃の温度においてベークングを施すことにより除去する。この状態のガラス円盤を光ディスク用のガラス原盤と呼ぶ。

【0025】次に、ガラス原盤の上記フォトリソレジストを塗布した側の主面に、図1に示すような露光装置により記録用レーザを例えば0.5μmのスポットサイズに集光して照射する。そして、レーザの照射を制御することによりスパイラル状に走査させて露光を行い、ビット及びグルーブパターンの潜像を形成する。この状態のガラス円盤をレジスト原盤1と呼ぶ。

【0026】次に、ガラス原盤の潜像を形成した側の主面に専用のアルカリ現像液を均一に散布し、レジストの露光された部分を除去する、すなわち現像することによりスパイラル状の凹凸のビット及びグルーブパターンがレジスト原盤主面上に形成される。

【0027】図1にガスレーザをビット及びグルーブパターンを形成するための記録光源とする露光装置の光学系の概略構成例を示す。この露光装置の記録レーザとしては、レーザ発信器2から発振される波長351nmのKrレーザ3の発振線を用いる。また、記録レーザとしては、Krレーザの発振線の他に、Arレーザの発振線、或いはさらに短波長の266nmのもの、例えば、YAGレーザ第4高調波を好適に用いることができる。そして、集光レンズ4として開口数0.9のレンズを用いる。これらのレーザとレンズを組み合わせることにより、トラックピッチ0.4μm程度、最短ビット長0.2μm程度のビットパターンが解像可能となる。

【0028】その主要な光学系としては、レーザパワー制御用システム（APC）5に電気光学素子（EOM）6、偏光ビームスプリッタ（PBS）7、レーザの変調に音響光学素子（AOM）8、ガラス原盤上へのレーザ集光用に顕微鏡用の対物レンズに類似した高開口数の集光レンズ4、及びこのレンズへの入射ビーム形を拡大するビームエキスパンダ9を用いている。また、レーザの折り返しには、レーザ折り返し用ミラー10及び11を用い、AOM8にレーザを集光するために集光レンズ12を用い、AOM8からの出射光をコリメートするために、コリメート用レンズ13を用いる。また、ビームエ

キスバンドには、ビームエキスパンダ用凹凸レンズ14及び15を用いる。また、レーザ出力モニタ用のディテクタとして、ディテクタ16及び17を用いる。

【0029】図1において、記録レーザから折り返しミラー11までは固定された光学定盤上に載置されており、そこから先の集光レンズ4、ビームエキスパンダ9等の光学系は、レジスト原盤の半径方向に可動とされた移動光学テーブル18上に載置されている。また、レジスト原盤1は、高回転精度で回転する図示しないエアースピンドル上にチャッキングされている。

【0030】また、集光レンズの焦点を常時ガラス原盤上に一致させるために、オートフォーカス（以下、AFと呼ぶ）機構が移動光学テーブル18上に配置されている。AF光学系としては、例えば、波長680nmの半導体レーザ（LD）22を用いた離軸方式を用いており、波長680nmのレーザの対物レンズによる焦点を波長351nmのレーザの焦点面に一致させ、レジスト原盤表面で反射され集光レンズを通して戻ってきたスポットをスポット位置検出素子（PSD）19上に投影する。この際、波長680nmのレーザは集光レンズの光軸とやや離れた位置から光軸にほぼ平行に入射させ、レジスト原盤表面上において波長351nmのレーザの焦点からやや離れた位置に焦点を結ばせることにより、レジスト原盤表面の光軸上での焦点面からの変位を波長680nmのレーザのガラス原盤表面上での変位として検出する。そして、それを光でこの原理によりPSD19上で100倍程度に拡大して検出する。このようにしてPSD19上でのスポットの位置を検出し、レジスト原盤表面が焦点位置に一致したときの波長680nmのレーザの戻り光スポット位置からの変位をフォーカス誤差量として、集光レンズを上下に移動させるアクチュエータにフィードバックして駆動させてAFサーボ動作を行うことにより、波長351nmのレーザを常にレジスト原盤表面上に合焦させる。また、AF光学系において、PBS20及びλ/4波長板（QWP）21は、波長680nmのレーザの往路と復路とを効率的に分離するための偏光素子として用いている。また、これらの主要な光学系、機構系は、全て外部振動の影響を受けないようにエアードラム上に配置されている。

【0031】以上のような構成の露光装置により微細なビット及びグルーブパターンが描画されたレジスト原盤のビット及びグルーブパターンが描画された側の主面をアルカリ現像液で被覆すると、レジストにおいてレーザが照射された部分がアルカリ現像液に溶解し、ビット、或いはグルーブの凹凸形状がレジスト原盤上に形成される。

【0032】ところで、フォトリソレジストは、本来アルカリ現像液に溶解する性質を有するため、所定のタイミングで現像を停止させないと、露光した部分以外の部分も溶解してしまい、所望の形状が得られなくなってしまう。

う。

【0033】従来は、現像停止の制御方法として、例えば1.6 μ mのトラックピッチのビット、若しくはグループパターンに波長633nmのHe-Neレーザをガラス原盤のフォトレジスト膜が形成されていない側の面側から照射していた。こうすることにより、この参照光のビット、若しくはグループによる回折光が形成される。そして、参照光の第0次回折光及び第1次回折光との光量をフォトディテクタで検出し、そのレベル比がある一定の値になったときに現像を停止させていた。この0

$$I_0 = 1 - 2(W/P)(1 - W/P)[1 - \cos(kd)] \quad (1)$$

【0035】

$$I_1 = 4(W/P)^2 \text{sinc}^2(W/P) \sin^2(kd) \quad (2)$$

【0036】

$$\lambda = P \sin \theta \quad (3)$$

【0037】フォトレジストの現像深さdは、現像開始後かなり短時間でフォトレジストの元の膜厚tに達する。そのため、現像を開始して一定時間経過後では、回折光量比 I_1/I_0 は、グループ幅Wのみに依存することとなり、現像時間の増加に従い、W及び I_1/I_0 の値は増大する。このグループ幅Wと、露光記録されるビット、或いはグループパターンのサイズは強い相関性を有するので、回折光量比 I_1/I_0 をモニタし、回折光量比 I_1/I_0 の値が一定のレベルに達した時点で現像液の供給を停止、或いは希釈洗浄用の流水を供給することにより現像プロセスの高精度な制御が可能となる。

【0038】しかしながら、今後のビット、若しくはグループのトラックピッチの微細化に対応し、かつフォトレジストの現像精度をより高精度化し高品質の光ディスク原盤を作製するには、従来の方式では対応が困難となる。

【0039】そこで、本発明においては、参照光として固体レーザの第2高調波を用いる。従来使用していた参照光の出力は、1~2mW程度であるのに対して、固体レーザの第2高調波の場合には、1W程度の出力を出射することが可能である。そのため、参照光として固体レーザの第2高調波を用いることにより、参照光の出力を大幅に向上させることができ、すなわち回折光の出力を向上させることができる。これにより、回折光の検出信号を大きくすることができるため、回折光の測定精度を高精度化することが可能となり、その結果としてフォトレジストの現像停止の制御精度をより高精度化することが可能となる。このような固体レーザの第2高調波としては、YAGレーザの第2高調波(波長532nm)や、YVO₄レーザの第2高調波(波長532nm)等を好適に用いることができる。

【0040】次に、この光ディスク原盤の現像方法の一具体例を例えば図2のフローチャートで表す手順で行い、各工程を説明するため図3及び図4を参照しながら説明する。図2のフローチャートにおいて、光ディスク

次回折光強度を I_0 、第1次回折光強度を I_1 とすると、これらの値は、下記の(1)式及び(2)式で表される。ここで、Pは、グループのトラックピッチを、Wは、現像により形成されるグループ幅を、dは、グループ深さを、kは、He-Neレーザの波長 λ (633nm)と 2π との比、すなわち $2\pi/\lambda$ を表す。また、第0次回折光と第1次回折光とのなす角度 θ は、下記の(3)式で表される。

【0034】

【数1】

【数2】

【数3】

原盤の製造方法は、レジスト原盤の現像を行いながら、現像で形成されるビット部分を透過して得られる参照光の回折光レベルを検出するステップS10と、このステップS10で得られた回折光レベルからレベル比を算出するステップS11と、ステップS11での算出した値に応じて現像処理を停止させるステップ12で判断し、この判断に応じて現像処理の停止を制御するステップ13を順次行う方法である。

【0041】光ディスク原盤の製造においては、露光後にレジスト原盤に対して現像を開始する。この現像工程中に現像状態をモニタするため、まず、ステップS10で回折光のレベル検出を行う。ここで、レジスト原盤1は、ガラス基板1a上にフォトレジスト膜1bを形成するようにフォトレジストが塗布され、露光が行われたものである。

【0042】そして形成されつつあるビットパターンに対して全体的に干渉性を持たせるために、レーザチューブ23から出射される参照光を例えば直径0.5mmに集光して上記ビットパターン領域PSのフォトレジスト膜1bの形成されていない面1c側からガラス基板1aに照射する。

【0043】このときのレジスト原盤1に形成されるビットパターンとレーザの照射されるビットパターンとは共に同時に現像が進行させている。この参照光のビットによる回折光としては、図3に示すように、所定の角度でそれぞれ第0次の回折光 I_0 、第1次の回折光 I_1 、第2次の回折光 I_2 、・・・と高次の回折光が形成されるビットパターンのビットを介して生じる。

【0044】これら回折光は、図4に示すように、第0次の回折光 I_0 に対してレジスト原盤1の径方向、すなわちトラック方向 T_r とトラックに沿った方向、すなわち光ディスクにおけるタンジェンシャル方向 T_{tsn} とにそれぞれ出射される。レジスト原盤1の径方向に出射される回折光 I_r のレベルは、トラックピッチTPに依存した角度成分の輝線スペクトル状に出力される。また、

タンジェンシャル方向に出射される回折光 I_t のレベルは、レジスト原盤の径方向に出射される回折光 I_r のレベルに比べて微量なレベルである。

【0045】ところで、本発明においては、このように発生する回折光のうち第0次回折光及び第1次回折光の2種類の回折光 I_0 、 I_1 を用いる。第1次回折光 I_1 は、その強度がグループ或いはピットの幅や深さに比例して増加する性質が知られており、この性質は、現像状態をモニタする上で極めて有効である。各回折方向を t 、 r と回折光の次数を数字の添え字でそれぞれ表すと、各方向の回折光は、 I_0 、 I_{t1} 、 I_{r1} 表すことができる。ステップS10では、各方向での回折光を例えば図5に示すフォトディテクタ部26のフォトディテクタ26a、26bで検出している。各回折光に対するレベルは、エッチングの進行に応じた形状の変化に伴って随時変化する。フォトディテクタ26a、26bは、それぞれにの時間とともに変化する光量を光電変換してレベルに関する出力信号を出力する。

【0046】ステップS11では、このレベル変化に基づきレベル比を算出する。レベル比 I_{r1}/I_0 、 $(I_{r1} + I_{t1})/I_0$ は、エッチングされている光ディスクの体積量の関数として表される。レベル比 $(I_{r1} + I_{t1})/I_0$ は、エッチングされている幅に関する情報を提供している。

【0047】次に、ステップS12では、現像処理を停止するか否かの判断を行う。この判断には、ステップS11で算出したレベル比と現像停止状態における所定のレベル比とを比較する。まだ現像が足りないと判断された(Noの)とき、ステップS10に戻って現像を継続し、上述した処理を繰り返す。また、現像停止して構わない(Yesの)とき、ステップS13に進む。

【0048】ステップS13では、現像処理の停止が行われる。現像の停止処理は、例えば現像液の供給を停止し、リンス液として純水を供給することで現像がこれ以上進まないようにする。このような処理手順を経た後にレジスト原盤の現像処理を終了する。

【0049】また、本発明においては、現像状態をモニタするためのダミーパターンを形成したモニタゾーンを設けても良い。現像状態をモニタするためのダミーパターンを設けて露光し、これに参照光を照射して、その回折光により上記のようなレベル比を算出することでエッチングの精度をさらに高めることができる。ダミーパターンを設ける場合には、ダミーパターンのトラックピッチは、製品のトラックピッチに合わせる必要がなく、自在に設定することが可能である。したがって、ダミーパターンのトラックピッチは、モニタに使用する参照光の波長に合わせて設定することができる。すなわち、ダミーパターンのトラックピッチを、参照光の波長に合わせて最も回折光の強度が強くなるトラックピッチに設定することにより回折光の測定精度を向上させることが可能

となり、その結果、現像停止の制御精度を向上させることができる。モニタゾーンは、例えば、光ディスクの信号記録領域の外周に、例えば半径66～69mmの領域に設けることができる。また、モニタゾーンに設けるダミーパターンのトラックピッチは、参照光の波長に応じて0.7～1.2 μm とすることが好ましい。

【0050】また、本発明においては、回折光レベルを検出し、現像処理を停止するか否かの判断に第2次回折光を用いても良い。第2次回折光は、参照光を照射するピット、若しくはグループパターンのトラックピッチと、参照光の波長との組み合わせにより得られない場合もあり得るが、第2次回折光を得られる場合には、上述した第0次回折光と第1次回折光に加え、第2次回折光を用いることにより、エッチングの精度をさらに高めることができる。

【0051】この場合には、第2次回折光は、上記と同様に各方向の回折光を I_{t2} 及び I_{r2} と表すことができる。第2次回折光は、ステップ10において、フォトディテクタ26cで検出する。フォトディテクタ26cは、現像時間とともに変化する光量を光電変換してレベルに関する出力信号を出力する。

【0052】そして、ステップ11で、このレベル変化に基づきレベル比を算出する。レベル比は、 I_{r2}/I_{r1} 、 $(I_{r2} + I_{t2})/(I_{r1} + I_{t1})$ は、エッチング量に関する体積量の関数として算出する。 $(I_{r2} + I_{t2})/(I_{r1} + I_{t1})$ は、エッチングされている幅に関する情報を提供している。したがって、上述した第0次回折光と第1次回折光とのレベル比と、第1次回折光と第2次回折光とのレベル比とを同時に算出することによってエッチングの精度をさらに高めることができる。

【0053】この光ディスク原盤の現像装置の一構成例を図5に示す。

【0054】光ディスク原盤の現像装置は、露光済みのレジスト原盤1に参照光源として例えばYAGレーザの第2高調波を出射するYAGレーザ第2高調波チューブ23と、レジスト原盤1のフォトレジスト膜1b形成面上での回折光を検出するフォトディテクタ部26と、このフォトディテクタ部26での検出信号から検出信号のレベル比を算出するレベル比算出部27と、このレベル比算出部27からの出力信号に応じて現像処理を終了させる現像停止制御する現像停止制御部28とを備える。

【0055】光ディスク原盤の現像装置に使用する参照光は、照射された光が現像処理によって形成されつつあるピット、若しくはグループにより回折を起こさせるために出射するものであり、本発明においては、固体レーザの第2高調波を使用し、例えば、YAGレーザ第2高調波を用いる。

【0056】参照光により回折された回折光が、それぞれフォトディテクタ部26に供給される。回折光は第0次から第2次の回折光までを検出する。このフォトディ

テクタ部26は、第0次回折光 I_0 、第1次回折光 I_1 及び第2次回折光 I_2 を検出するため、各回折光用にそれぞれフォトディテクタ26a、26b、26cで構成される。フォトディテクタ部26では入射する回折光を光電変換して検出した信号を例えば電圧値にして出力する。

【0057】レベル比算出部27は、フォトディテクタ部26で検出した光量に基づく電圧値から予め設定した計算式でレベル比を算出する。このレベル比は、エッチングされているレジストの体積量の情報である。レベル比算出部27では、2つのレベル比を算出しても良い。これは、算出したレベル比に応じて後段に配設されている現像停止制御部28へのビット形状の変化に関する情報を提供するためである。図4に示す回折光から、これら2つのレベル比 I_{r1}/I_0 と I_{r2}/I_{r1} とをそれぞれレベル比算出回路27aとレベル比算出回路27bとで同時に算出することによってエッチングの精度を高めることができる。

【0058】なお、トラック方向とタンジェンシャル方向の現像に関する情報を求めるため、フォトディテクタをタンジェンシャル方向にも設ける。ここから得られる電圧値を用いグループ形成の幅の情報を提供する計算式を用いたレベル比を同時に求めて制御の精度を向上させることができる。

【0059】例えば、図6に示すような、製品対応部29の外周に現像状態をモニタするためのダミーパターンとしてトラックピッチ0.8 μ mのグループパターンを露光したモニタゾーン30を設けたガラス円盤に膜厚80nmにフォトリソを均一に塗布したレジスト原盤1を用い、ダミーパターンに、レジスト原盤1のレジストが塗布された側と反対側からガラス円盤に垂直に参照光として波長532nmのYAGレーザの第2高調波を用いたYAG2倍波レーザを入射する。この場合には、上述した(3)式で与えられるように第0次回折光から約73度の角度だけ外周方向に傾斜した第1次回折光が得られる。そして、上述した(1)、(2)式からわかるように、W/P、すなわちグループのDuty比が従来の1.6 μ mのトラックピッチの場合と比べて0.8 μ mの場合には、2倍近くに増大するため、回折光量 I_1 も増大し、検出信号のS/N比が向上することにより測定精度を向上させることができる。

【0060】現像停止制御部28は、レベル比を比較するための比較回路28a、28bと、比較回路28a、28bからの出力信号によって総合的に現像停止か否かの制御信号を出力するANDゲート28cとで構成される。上記比較回路28a、28bには、予め現像停止状態に達したときの現像停止レベル比が記憶されている。比較回路28a、28bでは、各レベル比算出回路27a、27bから出力されるレベル比とこの現像停止レベル比とを比較し、現像停止状態を越えた比較評価をす

る。現像停止状態を越えたレベル比が供給されたとき、比較回路28a、28bは、それぞれ例えばレベル“H”を出力する。ANDゲート28cは、このとき例えばアルカリ性の現像液を供給するポンプ31に対して現像停止する制御信号をレベル“H”で出力する。ポンプ31は、アルカリ性の現像液の供給を停止する。

【0061】この光ディスク原盤の現像装置の動作について説明する。光ディスク原盤の現像装置には、露光済みのレジスト原盤1が載置台24上に載置されている。上記載置台24は、図示しないスピンドルモータにスピンドル軸25を介して接続している。このスピンドルモータの回転に応じてスピンドル軸25は、矢印R方向に例えば現像の開始と同時に回転をさせられる。

【0062】また、この現像の開始に応じて現像液タンク32に貯蔵されている例えばアルカリ性の現像液がポンプ31の駆動でレジスト原盤1のフォトリソ膜1b上に噴霧供給される。この現像開始に伴って参照光としての例えばYAGレーザ第2高調波が参照光光源のYAGレーザ第2高調波チューブ2からレジスト原盤1に出射される。レジスト原盤1に照射されたYAGレーザ第2高調波が形成されつつあるビットパターンで回折を起こす。このようにフォトリソの塗布されていない側から略々垂直に照射させたYAGレーザ第2高調波が、ガラス基板1a上のフォトリソ膜1bを現像することによって形成されるグループ或いはビットの幅や深さに応じて回折する。

【0063】このとき、第0次の回折光 I_0 は、直進してフォトディテクタ5aで光量検出される。第1次の回折光 I_1 は、第0次の回折光 I_0 に対して角度 θ_1 だけ傾斜した方向に出射される。また、第2次の回折光 I_2 は、第0次の回折光 I_0 に対して角度 θ_2 だけ傾斜した方向に出射される。

【0064】上述した回折光の角度 θ_1 θ_2 の位置にそれぞれフォトディテクタ26b、26cが配設されている。フォトディテクタ部26は、このように配設した3つのフォトディテクタ26a、26b、26cで時間とともに変化する光量を検出する。特に、1次の回折光の強度がグループ或いはビットの幅や深さに比例して増加する性質が知られており、この性質は、現像状態をモニタする上で極めて有効である。

【0065】そして、フォトディテクタ26b、26cは、レジスト原盤のレジストが塗布された側の主面に対して任意の角度において傾斜可能に配設されている。回折光の角度は、参照光を照射するビットのトラックピッチに大きさにより変化する。したがって、フォトディテクタ26b、26cをレジスト原盤のレジストが塗布された側の主面に対して任意の角度において傾斜可能とすることにより、参照光を照射するトラックピッチを変更し、回折光の角度が変わった場合においても種々の角度の回折光に対応することが可能となり、光ディスク原盤

製造上におけるトラックピッチの大きさの選択の自由度を大きくすることができる。

【0066】各フォトディテクタ26a、26b、26cで検出された信号がレベル比算出部6に送られる。レベル比算出回路27aは、フォトディテクタ26a、26bからの信号に基づいてレベル比 I_1/I_0 を算出する。また、レベル比算出回路27bは、フォトディテクタ26b、26cからの信号に基づいてレベル比 I_2/I_1 を算出する。このレベル比算出回路27a、27bは、算出したレベル比を現像停止制御部7の比較回路28a、28bにそれぞれ供給する。

【0067】比較回路28a、28bには、予め現像停止時のレベル比が記憶されている。比較回路28a、28bは、それぞれこの現像停止時のレベル比と現像中における検出したレベル比とを比較する。

【0068】ここで、レベル比 I_2/I_1 、若しくは他方のレベル比であるレベル比 I_1/I_0 が、予め記憶されている現像停止時の所定のレベル比に達したときを現像停止時としている。

【0069】比較回路28a、28bでは、比較結果が予め設定している現像停止時のレベル比を越えたとき、それぞれレベル“H”を2入力のANDゲート28cに出力する。このANDゲート28cは、両入力端にレベル“H”が入力されたときだけ、現像処理が所定の深さや幅等に達したとして現像処理を終了させるべくレベル“H”の制御信号をポンプ31に送る。

【0070】ポンプ31は、このとき、現像液貯蔵タンク32からの例えばアルカリ性の現像液の光ディスク原盤1上への供給を停止する。また、この光ディスク原盤製造装置は、この現像停止処理と同時に光ディスク原盤1上の現像液を除去するため、リンス液として例えば純水を供給しても良い。

【0071】このようにして光ディスク原盤の現像装置では、所定の深さ及び幅の光ディスク原盤を高精度で製造することができる。

【0072】以上のような手順に従って製造することにより、光ディスク原盤の製造工程を高精度で制御することができ、さらなる高密度化に対応した高品質の光ディスク原盤を製造することができる。

【0073】

【発明の効果】本発明に係る光ディスク原盤の製造方法では、現像時に例えばランダムなビットパターンを透過した参照光の回折光量を回折光レベルとして検出してこの回折光からレベル比を算出し、算出したレベル比に応じて現像処理の停止を行うことによりビット、若しくはグルーブパターン形成を制御することが可能となる。そ

して、本発明においては、参照光として固体レーザの第2高調波を用いているため、回折光の検出信号を大きくすることができ、回折光の測定精度を高精度化することができるため、現像処理をより高精度に制御することが可能となる。

【0074】したがって、本発明に係る光ディスク原盤の製造方法によれば、さらなる高密度に対応し得る高品質の光ディスク原盤の製造が可能となる。そして、本発明に係る方法で製造した光ディスク原盤を元に製造した光ディスクは、高密度で、かつ品質の高い優れた光ディスクとなる。

【0075】本発明に係る光ディスク原盤の現像装置では、現像時に例えばランダムなビットパターンを透過した参照光の回折光量を回折光レベルとして検出してこの回折光からレベル比を算出し、算出したレベル比に応じて現像処理の停止を行うことによりビット、若しくはグルーブパターン形成を制御することが可能となる。そして、本発明の光ディスク原盤の現像装置においては、参照光として固体レーザの第2高調波を用いているため、回折光の検出信号を大きくすることができ、回折光の測定精度を高精度化することができるため、現像処理をより高精度に制御することが可能となる。

【0076】したがって、本発明に係る光ディスク原盤の現像装置によれば、さらなる高密度に対応し得る高品質の光ディスク原盤の製造が可能となる。そして、本発明に係る方法で製造した光ディスク原盤を元に製造した光ディスクは、高密度で、かつ品質の高い優れた光ディスクとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】露光装置の光学系の概略構成例を示す概略構成図である。

【図2】本発明に係る光ディスク原盤の製造方法各工程を示すフローチャートである。

【図3】レジスト原盤に照射される参照光による各回折光の各回折光の方向を説明する図である。

【図4】レジスト原盤から射出される回折光の第0次回折光に対する高次の回折光の方向を説明する図である。

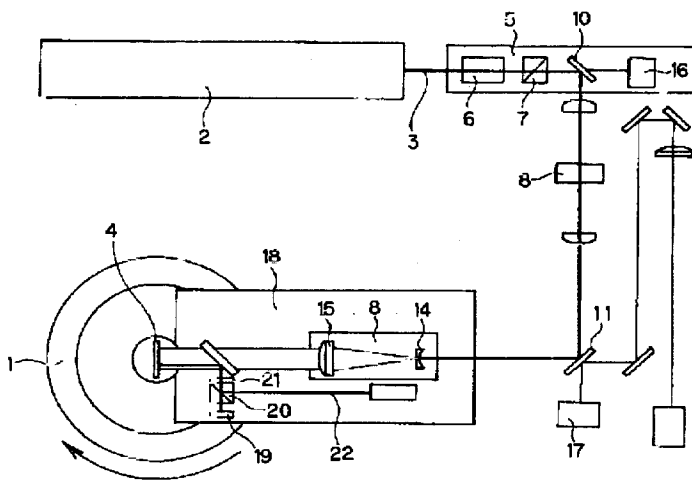
【図5】本発明を適用した光ディスク原盤の現像装置の一構成例を示した概略構成図である。

【図6】レジスト原盤においてモニタゾーンを形成した状態を示す図である。

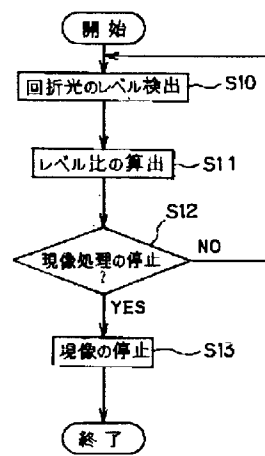
【符号の説明】

1 レジスト原盤、1a ガラス基板、1b フォトレジスト膜、26 フォトディテクタ部、27 レベル比算出部、28 現像停止制御部、31 ポンプ、32 現像液タンク

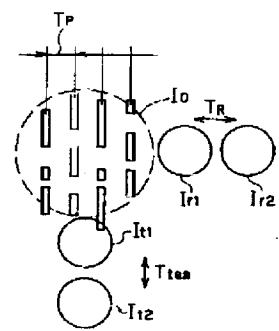
【図1】



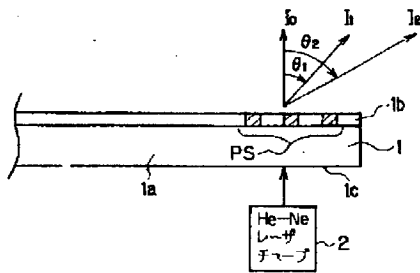
【図2】



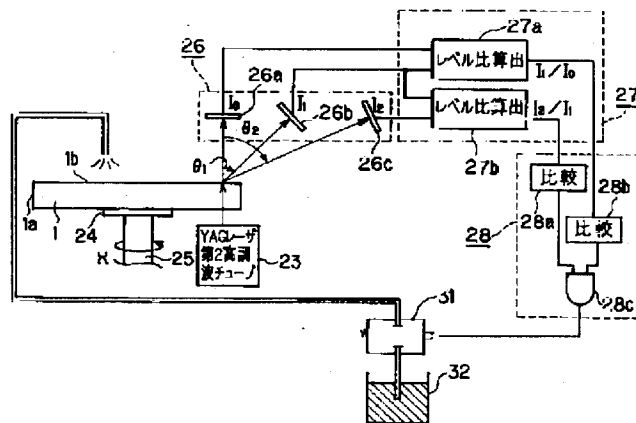
【図4】



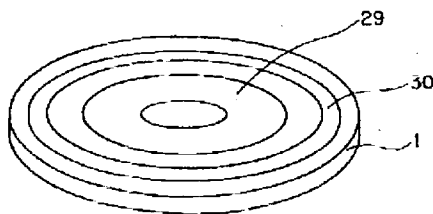
【図3】



【図5】



【図6】



Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001195791
PUBLICATION DATE : 19-07-01

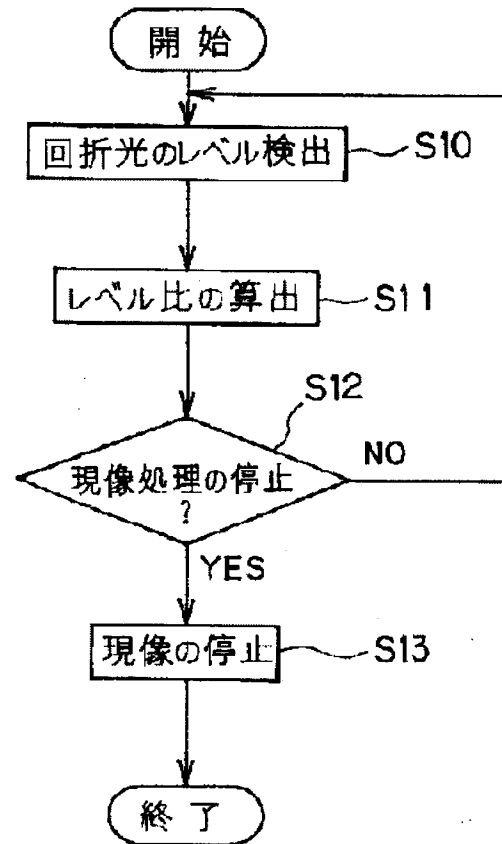
APPLICATION DATE : 11-01-00
APPLICATION NUMBER : 2000006187

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : FURUKI MOTOHIRO;

INT.CL. : G11B 7/26 G03F 7/30

TITLE : METHOD OF MANUFACTURING FOR
OPTICAL MASTER DISK AND
DEVELOPING DEVICE FOR OPTICAL
MASTER DISK



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high quality optical master disk by high precisely controlling the development of the pit and/or the groove of the optical master disk.

SOLUTION: In the method of manufacturing the optical master disk for forming projecting and recessed patterns by developing an exposed photoresist, the photoresist layer is irradiated with the second harmonic of solid laser as reference beam in the development and the developing process is finished based on the level of a diffracted light in the projecting and recessed pattern.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO